

§35. Закон радиоактивного распада

Пусть в начальный момент времени $t = 0$ было N радиоактивных ядер, через время Δt часть ядер ΔN распадается, и останется $N + \Delta N$ ядер ($\Delta N < 0$).

Закон радиоактивного распада основывается на двух предположениях:

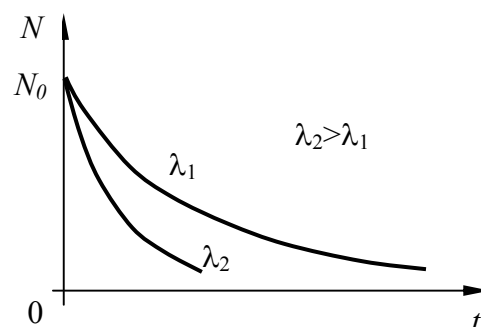
- за данный промежуток времени распадается тем больше ядер, чем больше их исходное число N ;
- за больший промежуток времени распадается большее число ядер.

Математически эти положения можно записать так: $\Delta N \sim N\Delta t$. Введем коэффициент пропорциональности λ , получивший название постоянной распада:

$$\Delta N = \lambda N \Delta t$$

Такой зависимости соответствует график, изображенный на рисунке. Постоянная распада различная для разных ядер, она показывает долю ядер ($\Delta N/N$), распадающихся за единицу времени:

$$\lambda = \frac{\Delta N/N}{\Delta t}$$



Необходимо отметить также, что закон радиоактивного распада действует только для больших чисел, он носит вероятностный характер. Можно предсказать, сколько ядер распадется за время t , но какие именно – сказать невозможно. Ядер «старых» и «молодых» не бывает.

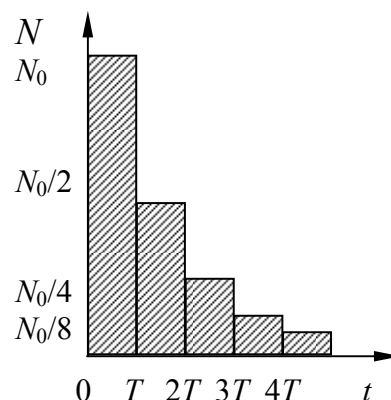
Величина $\tau = \frac{1}{\lambda}$ имеет размерность времени и характеризует среднее время жизни ядра. В физике вводится еще одна величина – период полураспада (T). Так назвали время, за которое распадается половина исходного количества ядер ($\Delta N = N/2$). Доказывается, что период полураспада и постоянная распада связаны следующим приблизительным соотношением:

$$T \approx \frac{0,7}{\lambda}$$

Периоды полураспада различных естественно-радиоактивных элементов колеблются в широких пределах: у урана-238 он составляет 4,5 млрд. лет, у радия – 1590 лет, у урана-235 – 32 000 лет, у радона – около 4 суток. У некоторых искусственно получаемых радиоактивных элементов – миллионные и стомиллионные доли секунды.

Выясним, чему же равно время полного распада данного количества ядер N , если известно время полураспада T .

Построим диаграмму (см. рис.). Пусть за время T распалась половина ядер и осталось $N/2$, через время $2T$ их останется $N/4$, а через время $3T$ – $N/8$ и т.д. Очевидно,



что понятие «время полного распада» теряет свой смысл, оно для любых ядер равно бесконечности.

Число распадов в единицу времени $-\Delta N/\Delta t = \lambda N$ получило название активности данного радиоактивного препарата. Ясно, что чем больше T , тем меньше λ и тем меньше активность ядер.

Активность, равная произведению постоянной распада на число нераспавшихся ядер, уменьшается с течением времени, т.к. уменьшается N . За единицу активности сначала была взята активность 1 г радия и названа кюри в честь супругов **Марии и Пьера Кюри**.

В настоящее время определение 1 Кюри уточнено: это активность такого радиоактивного препарата, в котором каждую секунду происходит $3,7 \cdot 10^{10}$ распадов. Это довольно большая величина, активность реальных препаратов измеряется тысячными и миллионными долями кюри.